

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-006912

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/135  
G02B 6/12

(21)Application number : 2001-189769

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC  
OKUBO TOSHIBUMI  
HIROTA TERUNAO  
HOSAKA HIROSHI  
ITAO KIYOSHI

(22)Date of filing : 22.06.2001

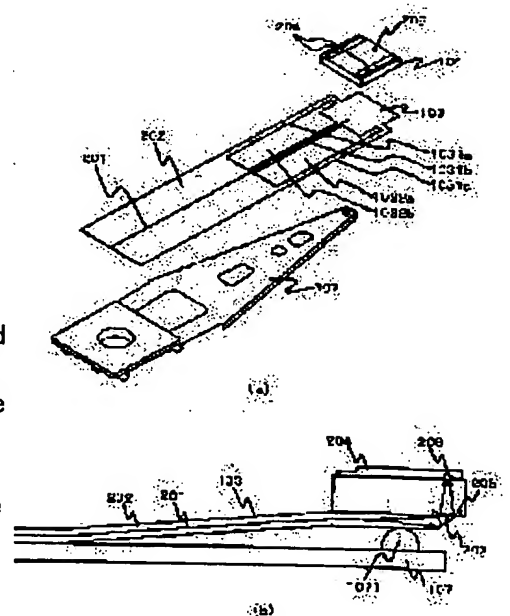
(72)Inventor : SHINOHARA YOKO  
MITSUOKA YASUYUKI  
OMI MANABU  
KASAMA NOBUYUKI  
MAEDA HIDETAKA  
KATO KENJI  
ICHIHARA SUSUMU  
ARAWA TAKASHI  
OKUBO TOSHIBUMI  
HIROTA TERUNAO  
HOSAKA HIROSHI  
ITAO KIYOSHI

## (54) OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an inexpensive optical information recording and reproducing device that prevents the number of component parts from increasing while an optical flux from a light source is efficiently guided to a micro-opening, that lightens the mass of a near-field optical head to form a constant and high intensity near-field light regardless of the posture of the near-field optical head, and that performs high speed tracking to realize information recording and reproduction with ultra-high density at high speed.

**SOLUTION:** An optical waveguide is designed to have a flexible end face of the core in the midway of the optical waveguide and at the fixed part with the near-field optical head, thereby expanding in the clad a light beam for recording/reproducing information. The expanded optical flux is reflected to the near-field optical head by a reflection area installed on one end of the optical waveguide. The reflected optical flux is converged by a converging structure and then emitted to the optical micro-opening in the near-field optical head. In proximity to the micro-opening, a near-field light beam is formed and, by receiving the scattered light on the surface of a recording medium, its information is recorded/reproduced by the device.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-6912

(P 2003-6912 A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ド (参考)

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A 2H047

G 0 2 B 6/12

G 0 2 B 6/12

Z 5D119

審査請求 未請求 請求項の数 5

OL

(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-189769 (P2001-189769)

(22) 出願日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(71) 出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(71) 出願人 500315286

大久保 俊文

東京都杉並区阿佐谷北2-10-2

(71) 出願人 500315301

廣田 輝直

東京都練馬区下石神井3-19-5 (栗田方)

(74) 代理人 100096378

弁理士 坂上 正明

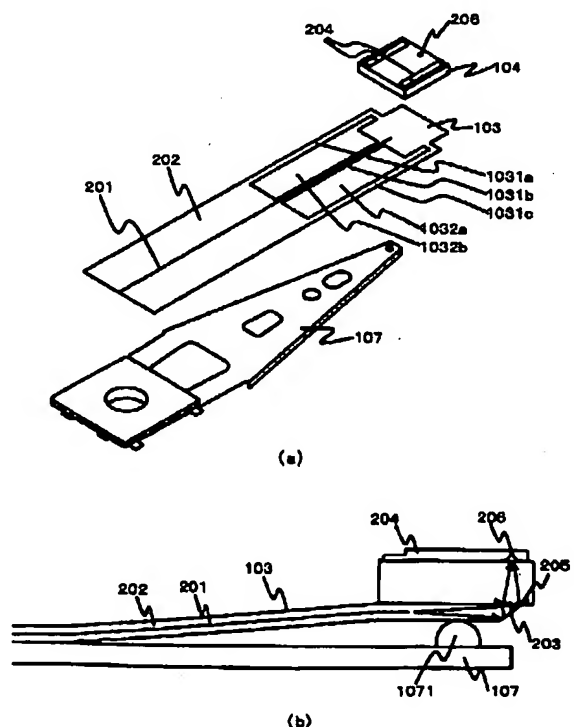
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 光源からの光束を効率よく微小開口に導きつつ、部品点数の増加を防ぎ、近視野光ヘッドの質を軽くし、近視野光ヘッドの姿勢によらず一定かつ高強度の近視野光を生成し、高速トラッキングを行う超高密度で高速な情報の記録再生を実現する安価な光情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 可とう性を有する光導波路のコアの端面を、光導波路の途中かつ前記近視野光ヘッドとの固定部分に設けることで、情報の記録再生を行う光をクラッド中で拡大させる。拡大した光束を光導波路の一端側に設けた反射面で、近視野光ヘッド側に反射させる。反射した光束を集光構造により集光した上で、近視野光ヘッドに設けた光学的な微小開口に照射させる。微小開口近傍では近視野光が生成され、記録媒体表面で散乱した光を受光することで、記録媒体の情報を記録再生する装置とした。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 光源と、

近視野光ヘッドと、

前記光源からの光を伝搬し、前記近視野光ヘッドを支持し、かつ可とう性を有する略棒状の光導波路と、

前記光導波路内に設けられたコアと、

前記光導波路の前記光源側端面の対面側に設けられ、かつ前記光導波路内を伝搬する光の少なくとも一部を前記近視野光ヘッド側に照射させる反射面と、

前記反射面で反射された光を集光する集光構造と、

前記近視野光ヘッドに設けられた光学的な微小開口部と、

記録媒体と、

受光部と、

前記光導波路を支持するサスペンションアームと、

前記微小開口部と前記記録媒体との相対位置を移動させるアクチュエータとから構成されている近視野光を利用した光情報記録再生装置において、

前記コアの光伝搬方向と垂直な端面が前記光導波路の途中に設けられ、該端面が前記近視野光ヘッドとの固定部分にあることを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項2】 前記集光構造が前記近視野光ヘッドに設けられたレンズ構造であること特徴とする請求項1に記載の光情報記録装置。

【請求項3】 前記集光構造が前記光導波路に設けられたこと特徴とする請求項1に記載の光情報記録装置。

【請求項4】 前記光導波路に切り欠きを設け、少なくとも1つの両端支持梁を構成し、前記近視野光ヘッドを弾性支持することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項5】 前記光導波路に設けられた両端支持梁構造内に、前記コアを形成したことを特徴とする請求項4に記載の光情報記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、近視野光を発生させる微小開口を有する近視野光発生素子を近視野光ヘッドとして利用し、高密度な情報の記録／再生を行う光情報記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光を用いた情報記録装置は、大容量化・小型化の方向へと進化しており、そのため記録容量の高密度化が要求されている。その対策として、青色半導体レーザーを用いた研究が行われているが、これらの技術では光の回折限界の問題により、現在の記録密度の数倍程度の向上しか望めない。これに対し、光の回折限界を超えた微小領域の光学情報を扱う技術として近視野光を利用した情報記録再生方法が期待されている。現在、近視野光を用いて、サンプルなどの光学的な観察を行う近視野光プローブが実用化されており、さらに情報記録

装置の近視野光ヘッドとしての検討が進められている。

【0003】この技術では、近視野光発生素子である近視野光ヘッドに形成した光の波長以下のサイズの光学的開口近傍に発生する近視野光を利用する。これにより、従来の光学系において限界とされていた光の波長以下となる領域における光学情報を扱うことが可能となる。光学情報の再生方法としては、記録媒体表面に光を照射することで微小マークに局在する近視野光と微小開口との相互作用を発生させ、散乱光に変換する（コレクションモード）方法、あるいは微小開口より生成される近視野光を記録媒体表面に照射し、情報を微小な凹凸や屈折率などの光学定数の変化で記録した記録媒体表面との相互作用により変換される散乱光を別途設けた受光素子で検出する（イルミネーションモード）方法で可能である。記録は、微小開口より生成される近視野光を記録媒体表面に照射させ、メディア上の微小な領域の形状を変化させたり（ヒートモード記録）、微小な領域の屈折率あるいは透過率を変化させる（フォトンモード記録）ことにより行う。これら、光の回折限界を超えた光学的微小開口を有する近視野光ヘッドを用いることにより、従来の情報記録装置を超える高密度化が達成される。

【0004】こうしたなか、一般に近視野光を利用した情報記録装置の構成は、磁気ディスク装置とほぼ同様であり、磁気ヘッドに代わり、近視野光ヘッドを用いる。サスペンションアームの先端に取り付けた光学的微小開口をもつ近視野光ヘッドを、空気潤滑を利用して一定の高さに浮上させ、ディスク上に存在する任意のデータマークへアクセスする。高速に回転するディスクに近視野光ヘッドを追従させるため、ディスクのうねりに対応して姿勢を安定させる機能をもたせている。

【0005】このような構成の近視野光ヘッドにおいて、開口に光を供給する方法として、光ファイバーや光導波路を近視野光ヘッドに接続し、近視野光ヘッドに作成された微小開口に光源からの光束を照射する手段をとっていた。

【0006】このような情報記録装置においては、光導波路端面から照射されたある広がり角度を持つ光束をミラー等で反射させ、微小開口に光束を照射させるため、微小開口近傍での光のエネルギー密度が低くなり、微小開口から発生する近視野光強度が低くなってしまふ。

【0007】そこで、光導波路端面と微小開口の間にレンズを設け、光導波路端面から照射された光束をレンズで微小開口近傍に集光させ、微小開口から発生する近視野光強度を強くし、光の利用効率を高くしている。高NAのレンズを用いることで、集光スポットを小さくし、より微小な領域に光エネルギーを集中させることができる。この集光点に微小開口を配置することにより、微小開口近傍に発生する近視野光強度を強くし、光源からの光束を効率よく利用することが可能となる。

【0008】しかし、上記のような情報記録装置では、

光導波路やミラー等部品点数が多くなり、調整箇所も増えることから性能低下や調整時間などによるコストアップの原因となる。

【0009】そこで、特開2000-215494では、可とう性を有する略棒状の光導波路を用い、コア内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッドへ反射する反射面を該光導波路の一端側に設けている。該反射面で反射された光が透過する部位を中心とするクラッド表面に、光の透過を遮断する遮光膜を形成する。その遮光膜の一部を削除して、使用する光の波長よりも小さな開口部を形成する。この開口部から近接場光を発生させることで片持ち梁状ピックアップを実現し、きわめてシンプルな構成の光情報記録装置を提供している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光導波路とミラー、レンズ等を個別に用意し組み立てる情報記録装置では、微小開口より十分強い近視野光を生成し、超高密度な情報の記録再生や高S/N比を実現するために、光源から近視野光ヘッドに設けられた微小開口まで効率よく光束を導く必要がある。そのため、光導波路（薄膜光導波路や光ファイバー等）とミラー、レンズが必要となり、部品点数が増加してしまう。部品点数の増加は調整箇所を増やし、コストアップの要因となってしまいう課題があった。さらに増えた部品は近視野光ヘッドの質量を増大させるので、ヘッドを高速にシークさせた場合に残留振動が大きくなるため、高速な情報の記録再生が困難になるという課題があった。

【0011】また、特開2000-215494の光ピックアップを用いた情報記録装置では、光導波路のコア内を伝搬する光束を、反射面でクラッドを通過する方向に反射させ、微小開口に導いている。そのため、反射された光束は広がり角をもち発散しながら微小開口に導かれるので、微小開口での光束のエネルギー密度が低下し、微小開口近傍に十分強い近視野光を生成できなくなってしまうという課題があった。そこで、微小開口に入射される光束の高NA化をはかり微小開口での光束のエネルギー密度を高くするために、微小開口と反射面が形成されたコアとの間に微小なボールレンズを挿入し、微小開口に導く光束のエネルギー密度を高くしようとしている。

【0012】微小開口に入射される光束の高NA化をはかるためには、レンズに入射される光束の径を大きくし、焦点距離の短いレンズを用いることで実現できる。レンズに入射される光束の径を大きくするには、コア端面からレンズの距離を十分に長くとる必要がある。

【0013】しかし、可とう性を有する略棒状の光導波路は通常100 $\mu$ m程度以下の厚さであり、微小開口に入射される光束のエネルギー密度を上げるために高NA化することは困難である。光導波路を厚くし、反射面が形成されたコアとボールレンズとの距離を長くすること

で微小開口に入射される光束の高NA化は可能であるが、そうすると光導波路の可とう性が損なわれ、かつ光ピックアップが厚くなり重心位置が高くなるので、高速なトラッキングが困難となるという課題があった。

【0014】従って本発明は、光源からの光束を効率よく微小開口に導きつつも部品点数の増加を防ぎ、近視野光ヘッドの質量を軽くし、微小開口近傍により強い近視野光を生成し、高速トラッキングを行い、超高密度で高速な情報の記録再生および再生信号の高S/N比を実現する安価な情報記録装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】そこで、上記課題を解決するために本発明に係る第1の光情報記録再生装置は、光源と、近視野光ヘッドと、前記光源からの光を伝搬し、前記近視野光ヘッドを支持し、かつ可とう性を有する略棒状の光導波路と、前記光導波路内に設けられたコアと、前記光源側端面の相対面側に設けられ、かつ前記光導波路内を伝搬する光の少なくとも一部を前記近視野光ヘッド側に照射させる反射面と、前記反射面で反射された光を集光する集光構造と、前記近視野光ヘッドに設けられた光学的な微小開口部と、記録媒体と、受光部と、前記光導波路を支持するサスペンションアームと、前記微小開口部と前記記録媒体との相対位置を移動させるアクチュエータとから構成されている近視野光を利用した光情報記録再生装置において、前記コアの光伝搬方向と垂直な端面が前記光導波路の途中に設けられ、該端面が前記近視野光ヘッドとの固定部分にあるものである。

【0016】従って、近視野光を用いることで超高密度な情報記録・再生が可能になるだけでなく、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光できる。よって、微小開口近傍で生成される近視野光の強度が強くなり、光の利用効率を飛躍的に上げることができる。そのため、高出力なレーザーを使用する必要がなく、レーザーの発熱を抑えることができ、低消費電力化、装置の小型化がはかれ、再生信号の高S/N比化、高速記録再生を実現する光情報記録再生装置を提供することができる。

【0017】さらに、反射面およびコア、光導波路は一体で作製可能であるため、相互の位置合わせが必要なく、部品点数を減らすことができる。また、光の出射端であるコア端を近視野光ヘッドとの接合領域に設けるため、近視野光ヘッドが光導波路に対して揺動しても、コア端および反射面、微小開口の相対位置が変化せず、一定光量の光を微小開口に導くことが容易になる。

【0018】よって、さらなる装置の低コスト化と、微小開口近傍に生成される近視野光の強度の安定性をはかる事ができる情報記録再生装置を提供することができる。

【0019】また、本発明に係る第2の光情報記録再生

装置は、前記集光構造が前記近視野光ヘッドに設けられたレンズ構造であるものである。

【0020】また、本発明に係る第3の光情報記録再生装置は、前記集光構造が前記光導波路に設けられたものである。

【0021】従って、本発明に係る第1の情報記録再生装置の効果に加え、集光構造と近視野光ヘッド、もしくは集光構造と光導波路を一体化できるので、部品点数をさらに削減できる。よって、更なる装置の小型化、安価に製造することができる。

【0022】また、本発明に係る第4の光情報記録再生装置は、前記光導波路に切り欠きを設け、少なくとも1つの両端支持梁を構成し、前記近視野光ヘッドを弾性支持するものである。

【0023】従って、本発明に係る第1から第3の光情報記録再生装置のいずれか1つの効果に加え、光導波路に設けた両端支持梁構造をバネとして作用させ、微小開口と記録媒体との距離を一定に保つ機能を持たせることで、更なる部品点数の削減ができ、低コスト化できる。

【0024】また、本発明に係る第5の光情報記録再生装置は、前記光導波路に設けられた両端支持梁構造内に、前記コアを形成したものである。

【0025】従って、本発明に係る第4の光情報記録再生装置の効果に加え、光導波路が光伝搬機能と微小開口と記録媒体との距離を一定に保つ機能を互いに損なうことなく形成できるため、更なる装置の小型化ができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0027】（実施の形態1）図1は、本実施の形態1の光情報記録再生装置の構成を説明した図である。

【0028】本実施の形態に係る情報再生装置は、従来の磁気ディスク装置と類似の基本構成である。微小開口206が設けられた近視野光ヘッド104は光導波路103に取り付けられ、光導波路103はサスペンションアーム107に支持されている。ここで、微小開口206が記録媒体105に対面するよう、近視野光ヘッド104が配置されている。サスペンションアーム107はボイスコイルモータ（以下、VCM）109に取り付けられ、さらに、VCM109には、受光ヘッド106が記録媒体105を挟んで近視野光ヘッド104と常に対向するよう取り付けられている。

【0029】記録媒体105を高速に回転させると、近視野光ヘッド104は記録媒体105の表面から数十ナノメートル程度の非常に近接した距離で浮上する。また、近視野光ヘッド104は、VCM109で記録媒体105の略半径方向に移動することができる。このとき、VCM109に取り付けられた受光ヘッドも、同様に略半径方向に移動する。

【0030】レーザー101からの光束はレンズ102で集光され、コアとクラッドからなる光導波路103に導かれる。この光は光導波路103を経て近視野光ヘッド104に設けられた微小開口206に導かれ、近視野光を生成し、記録媒体105表面で散乱された散乱光を受光ヘッド106が検出する。ここで、必要に応じて、レーザー101は回路系110により強度変調などをかけることもできる。

【0031】次に、本実施の形態1の近視野光ヘッドの構成について説明する。

【0032】図2は本実施の形態1に係る光情報記録再生装置の光導波路103および近視野光ヘッド104について説明した図である。

【0033】まず、近視野光ヘッド104が記録媒体105と近接かつ一定距離に保つための構造について説明する。

【0034】近視野光ヘッド104には、エアーベアリングサーフェス（以下、ABS）204が形成され、ABS204の対面側に近視野光ヘッド104が光導波路103と接合されている。光導波路103には、切り欠き1032a、1032bが設けられ、細い両端支持梁構造1031a、1031b、1031cを形成している。この両端支持梁構造1031a、1031b、1031cの一端側に近視野光ヘッド104、他端側にサスペンションアーム107が取り付けられている。この際、光導波路103はサスペンションアーム107の略先端に設けられたディンプル1071に押され、両端支持梁構造1031a、1031b、1031cのすべてが屈曲変形するため、光導波路103はディンプル1071と非常に小さな面積で加圧接触した状態になっている。さらに、両端支持梁構造1031a、1031b、1031cは非常に弱いバネとして機能するため、光導波路103に取り付けられた近視野光ヘッド104がディンプル1071を中心として揺動できる構造となっている。例えば光導波路103を樹脂で作製し、両端支持梁構造の長さを4～5mm程度、幅を数百μm、厚さを数十μmとした場合、長手方向および幅方向の捻り剛性が数十μN・m/rad程度と低くなる。

【0035】このように支持された近視野光ヘッド104を記録媒体105に近接させ、記録媒体105を高速に回転させると、近視野光ヘッド104は記録媒体105表面から数十nm程度の高さで浮上する。さらに、回転時の記録媒体105がうねり等によって振動しても、両端支持梁構造1031a、1031b、1031cの捻り剛性より、記録媒体105と近視野光ヘッド104間の空気流のバネ作用が強くなるため、近視野光ヘッド104の浮上姿勢がディンプル1071を中心に揺動し、微小開口206と記録媒体105との距離を一定に保つことができる。

【0036】次に、記録媒体105の情報を記録・再生

する光学系の構成について説明する。

【0037】光導波路103にはコア201とクラッド202が構成され、光導波路103の一端面側に近視野光ヘッド104に光を照射するために形成された反射面203が形成されている。コア201は反射面203まで到達せず、光導波路103内部で中断され、端面を形成している。反射面203の手前にあるコア端面は、光導波路103と近視野光ヘッド104との接合領域内に設けられている。コア端面より反射面203までの領域はクラッド202と同じ材質で形成されている。

【0038】近視野光ヘッド104には、ABS204面側に略円錐状構造先端に設けられた微小開口206、ABS204の対向面側にマイクロレンズ205が形成され、それ以外は遮光膜（図示略）で覆われている。マイクロレンズ205は、光導波路103からの光束を微小開口206に集光している。この近視野光ヘッド104のマイクロレンズ205側の面にはコア201とクラッド202からなる光導波路103が固定されている。ここでは、透明なガラス基板上にマイクロレンズ205およびABS204、微小開口206を一体形成している。また、近視野光ヘッド104を作成するための基板として使用するレーザー101の波長での光を透過するガラス基板を用いたが、例えば、シリコン基板等を用い、マイクロレンズ205と光束が透過する部分だけ使用する波長での光を透過する材料で作成してもよい。

【0039】マイクロレンズ205は、通常の球面あるいは非球面レンズ、屈折率分布形レンズ、フレネルレンズなどを用いる事ができる。特にフレネルレンズを用いると、平面形のレンズが作成可能であり、径の大きなレンズを作成しても、レンズ構造および近視野光ヘッドの厚さを薄くすることが可能である。フレネルレンズは、フォトリソグラフィ技術を用いて大量生産可能である。

【0040】記録媒体105の情報を記録・再生する光の挙動について説明する。

【0041】レーザー101からの光はレンズ102で集光された上で、コア201のレーザー側端面に照射され、コア201内を伝搬する。この伝搬してきた光束は、反射面203の手前にあるコア端面でクラッド202と同じ屈折率の媒質中に出射される。出射光はある広がり角を持った発散光束として反射面203で反射され、近視野光ヘッド104側へ進行する。このような広がり角を持った発散光束は、近視野光ヘッド104に形成されたマイクロレンズ205により微小開口206に集光され、記録媒体105側の微小開口206近傍に近視野光を生成する。

【0042】このとき、光導波路103のコア201は中断し、コア端面からマイクロレンズ205を離しているため、マイクロレンズ205に照射される光束の半径を大きくすることができる。そして、マイクロレンズ205で微小開口206に光束を集光させることで、微小

開口に入射される光束の高NA化がはかれる。このため、微小開口206に集光される光束のスポットサイズを小さくでき、微小開口によりエネルギー密度の高い光束を照射することができる。よって、微小開口206近傍に生成される近視野光の強度を強くすることができる。

【0043】たとえば、本実施の形態では、コア端面からマイクロレンズ205までの距離を1mm程度にすることができ、コア端面でコア201から出射される光速の広がり角が $NA=0.1$ とすると、マイクロレンズ205で半径 $100\mu m$ 程度に光束は広げられる。近視野光ヘッド104の厚さを $400\mu m$ 、近視野光ヘッドを作成するガラスの屈折率を $1.7$ とすると、微小開口206に入射される光束のNAは $0.4$ 以上となり、微小開口206に光束が集光され、エネルギー密度が高くなり、微小開口206近傍に生成される近視野光の強度が強くなる。また、例えば、マイクロレンズ205としてフレネルレンズを用いた場合、レンズ径を大きくしても薄型の近視野光ヘッドが作成可能であり、レンズ表面と微小開口の距離を短くすることで、微小開口に入射される光束のさらなる高NA化が可能である。

【0044】以上のように、近視野光ヘッド104および光導波路103の構造により、微小開口206に常に一定かつ強度の強い光を導くことができ、安定かつ高強度の近視野光を生成できる。

【0045】次に、図1と図2を用いて記録媒体105に記録された情報の再生および情報の記録方法について説明する。

【0046】図1において、微小開口をもつ近視野光ヘッド104を一定の高さに浮上させ、記録媒体105の上に存在する任意のデータマークへアクセスする。このとき、レーザー101から出射された光束は、レンズ102、光導波路103のコア201を経て、コア端面からある広がり角を持って出射され、反射面203で反射される。その拡大した光束は、マイクロレンズ205で集光された上で、微小開口206に照射され、近視野光を生成する。この近視野光と記録媒体105との相互作用の結果、記録媒体105表面で発生した散乱光は、記録媒体を挟んで対向する位置に固定された受光ヘッド106で受光される。この光は電気信号に変換され、回路系（図示略）に伝送され、必要に応じて増幅し、情報の再生信号となる。

【0047】また、記録媒体105への情報の記録は、記録媒体105と微小開口を近接させながら記録媒体の所望の位置に微小開口を有する近視野光ヘッド104を移動させ、微小開口から近視野光を記録媒体105に照射し書き込み動作を行うことで実現される。

【0048】なお、本実施の形態においては、近視野光を発生させる近視野光ヘッド104と受光ヘッド106を個別に固定しているが、近視野光ヘッド104と受光

ヘッド106を一体化し、1つのサスペンションアームで実施することも可能である。

【0049】次に、本実施の形態で用いた光導波路103の作成方法について説明する。

【0050】図3は本実施の形態1に係る光導波路の作成方法について説明した図である。

【0051】まずステップS401では、基板にはシリコン基板401を使用し、このシリコン基板401の上にクラッドとなる低屈折率層402として酸化シリコンや窒化シリコン等の石英系材料、ポリイミドやポリメタクリル酸といった高分子等の誘電体材料を堆積させる。誘電体材料である酸化シリコンの場合、スパッタリング法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、真空蒸着法によって容易に形成できる。また、ポリイミドやポリメタクリル酸等のプラスチック材料は、液状プラスチックを塗布して硬化積層させればよい。ここで、基板としてはシリコン基板401以外にガラス基板などを用いても良いが、基板の平坦性や入手の容易さ、コスト等を考え、半導体分野で一般に広く流通しているシリコン基板を用いた。

【0052】次にステップS402で、ステップS401で作成された低屈折率層402の上に低屈折率層402よりも屈折率の高いコアとなる高屈折率層403を低屈折率層402の形成と同様の方法で形成する。酸化シリコン等の石英系材料を用いた場合には、屈折率を大きくするには、成膜時にゲルマニウムをドーブすればよい。さらに高屈折率層403の上に、レジスト膜404をスピンコート等の方法により形成する。

【0053】次にステップS403で、通常の半導体製造工程で用いられるフォトリソグラフィ技術を使用して、コア形状を形成するためのマスク材としてレジスト膜404をパターンニングしてコア形状レジスト405を形成する。

【0054】次にステップS404で、コアを形成するためコア形状レジスト405を用いて高屈折率層403をエッチングし、その後マスク材であるコア形状レジスト405を除去することにより、コア201をパターンニングする。

【0055】次にステップS405で、パターンニングされたコア201を覆うように低屈折率層406を形成する。このようにして、光導波路の途中でコア端面を持つ光導波路が形成される。

【0056】次にステップS406で、光導波路とシリコン基板401を光導波路の端面が45度の角度になるようにダイシングを行い、反射面を形成し、コア201とクラッド202からなる光導波路103が形成される。

【0057】最後にステップS407で、シリコン基板401を除去し、クラッド202の端面が45度の角度を持ち、コア201が途中で終わっている光導波路10

3を作成する事ができる。必要に応じて45度の反射面には反射膜を成膜する。

【0058】ここで、45度の反射面を形成するのにダイシングを行ったが、この方法以外にもクラッド202をフォトリソグラフィ技術を用いて、等方エッチングすることでも作成可能である。

【0059】また、反射面の角度は45度であることが望ましいが、必ずしも45度である必要はない。しかし、反射面が45度の場合には、反射面で反射した光束の光軸は近視野光ヘッドに作成されるマイクロレンズに垂直に入射するので、微小開口に収差なく集光することができ、微小開口近傍に生成される近視野光の強度が反射面の角度が45度以外の場合に比べ強くなる。

【0060】従って以上説明したように、本実施の形態に係る光情報記録再生装置において、記録媒体からの情報の再生や記録に近視野光による相互作用を利用することで、光の回折限界を超える記録密度での記録や再生が実現できる。さらに、コアとクラッドからなる光導波路とコア端面から離れた位置にある反射面と、近視野光ヘッドに作成されたマイクロレンズとを組み合わせることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光でき、微小開口近傍で生成される近視野光の強度を強くすることができ、光の利用効率を飛躍的に上げることができる。よって高出力なレーザーを使う必要がなくなり、レーザーでの発熱を抑える事ができ、低消費電力化、装置の小型化が可能となる。

【0061】さらに、受光ヘッドに入射される記録媒体との相互作用の結果発生する散乱光の強度を強くする事ができるので、再生信号の高SN比化、高速再生が可能となる。なお、本実施の形態は、記録媒体に記録された情報を透過で再生しているが、記録媒体に記録された情報を通常のCDやDVD等のように反射で情報を再生する場合にも適応可能である。その場合には、微小開口近傍に受光ヘッドを作成した近視野光ヘッドを用いるなどすることで実現可能である。

【0062】その上、コアとクラッドからなる光導波路とコア端面から離れた位置にある反射面は、光導波路のコアを途中で止め、反射面の手前にコア端面がある光導波路として一体で作成可能であるので、コア端面と反射面との位置合わせが必要なく、部品点数を減らすことができる。また、近視野光ヘッドの姿勢によって、コア端面および反射面、微小開口の相対位置が変化しないため、常に一定した強度の近視野光を生成できる。よって、さらなる装置の低コスト化、微小開口近傍に生成される近視野光の強度の安定化をはかる事ができ、記録媒体への高速な情報の記録が可能な情報記録再生装置を提供することができる。

【0063】また、反射面が45度の斜面の場合には、反射面で反射した光束の光軸が近視野光ヘッドに作成されるマイクロレンズに垂直に入射するので、微小開口に

微小開口に収差なく集光することができる。よって、微小開口近傍に生成される近視野光の強度が反射面の角度が45度以外の場合に比べ強くなり、光の利用効率がよく、さらなる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生が可能となる。

【0064】さらに、近視野光ヘッドのヘッド用レンズ機能をマイクロレンズで実現する場合には、レンズ径を大きくしても薄型の近視野光ヘッドが作成可能であり、レンズ表面と微小開口の距離を短くすることで、微小開口に入射される光束のさらなる高NA化が可能であり、更なる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生が可能となる。その上、フレネルレンズは大量生産可能であり、低コスト化をはかれる。

【0065】さらに、光導波路に設けた両端支持梁構造をバネとして作用させ、微小開口と記録媒体との距離を一定に保つ機能を持たせることで、更なる部品点数の削減、組立て調整時間の短縮ができる。

【0066】（実施の形態2）本実施の形態2に係る光情報記録再生装置の構成を説明する。

【0067】本実施の形態は、実施の形態1における光導波路の形状および近視野光ヘッドの支持構造を変更した構成である。よって、実施の形態1と同じ部分については、説明を省略する。

【0068】図4は、実施の形態2に係る光情報記録再生装置における近視野光ヘッドとその周辺構成について説明した図である。ここで、実施の形態1と異なるのは、近視野光ヘッド104はフレキシャ108に固定され、フレキシャ108はサスペンションアーム107に支持されている構成である。なお、光導波路103は、実施の形態1と同様に、反射面203側に近視野光ヘッド104を接続し、他端側にレーザー101およびレンズ102を設けている。

【0069】フレキシャ108は、略U形状の切り欠きにより、二本の両端支持梁構造を設けてある。このフレキシャ108に設けられた両端支持梁構造がバネとして機能するため、実施の形態1の光導波路に設けられた両端支持梁構造と同様に、フレキシャ108が近視野光ヘッド104と記録媒体（図示略）の距離を一定に保つ役割を果たす。

【0070】また、光学的な構成は、実施の形態1と同様である。近視野光ヘッド104と固定した領域にコア端を設けてあるため、光導波路103内を伝搬した光は、近視野光ヘッド104との固定領域内にあるコア端から、広がり角を持って出射、マイクロレンズ205で集光し、微小開口206に照射され、微小開口206近傍に近視野光を生成する。

【0071】このように、近視野光ヘッド104と記録媒体の距離を一定に保つバネ機能を、光導波路103から分離することで、光導波路103が屈曲しない構成になる。光導波路103は屈曲すると光伝搬効率が悪くな

るため、本実施の形態のように光導波路103が屈曲しない構成では、更に強い光を微小開口206に入射でき、生成する近視野光の光強度を強くできる。その上、コア端から微小開口206までの相対位置関係は、実施の形態1と同様に、変動しない構成であるため、近視野光ヘッド104の姿勢に関わらず、常に一定かつ高強度の近視野光を生成することが可能となり、高SN比化、高速信号記録・再生が可能となる。

【0072】（実施の形態3）本実施の形態3に係る光情報記録再生装置の構成を説明する。

【0073】本実施の形態は、実施の形態1もしくは2における光導波路の構造を変更した構成である。よって、実施の形態1および2と同じ部分については、説明を省略する。

【0074】図5は、実施の形態3に係る光情報記録再生装置における光導波路103の構造、特に近視野光ヘッド（図示略）と接続する部分の構造を示す。図6

（a）は光導波路103の上面図、図6（b）は図6（a）A-A'での断面図である。

【0075】ここで、実施の形態1もしくは2と異なるのは、光導波路103内に、略鼓型の集光用切り欠き999を設けてある点である。この集光用切り欠き999は、コア端2011と反射面203との間に設けられている。

【0076】光導波路103のコア201内を伝搬してきた光は、光導波路103内のコア端2011から、広がり角をもって出射すると、集光用切り欠き999に入射する。入射した光は、集光用切り欠き999で光導波路103の幅方向にのみ集光される。その他の方向に対しては、広がって伝搬する。さらに、光は反射面203により垂直に光路を曲げられた上で、マイクロレンズ205で光導波路103の長手方向のみに集光され、近視野光ヘッド（図示略）に設けられた微小開口（図示略）に照射される。集光用切り欠き999による集光方向と、マイクロレンズ205による集光方向とは、互いに直交しているため、微小開口に光束を絞って照射することができる。このように二次元形状を二つ重ねることで、三次元的なレンズと同様に微小開口に集光できる。なお、集光用切り欠き999とマイクロレンズ205の集光作用は、曲面の曲率とクラッドの屈折率によって左右されるため、微小開口までの距離やクラッドの屈折率を設計する段階で曲率半径を決定する。さらに、近視野光ヘッドに別途マイクロレンズを設けて集光してもよい。この場合、光学系のNAが大きくなるので、近視野光への変換効率をより高くすることができる。

【0077】また、本実施の形態における光導波路103を作成するには、実施の形態1の図3で示した作成方法とほぼ同じ方法で作成することが出来る。ただし、マイクロレンズ205を形成するには、基板に用いたシリコン基板401にあらかじめ、マイクロレンズ205の

構造と凹凸逆の構造を形成し、その上からクラッドとなる低屈折率層 402 を形成する。低屈折率層 402 が基板の凹凸構造を転写することで、マイクロレンズ 205 の構造を形成できる。また、集光用切り欠き 999 を作成するには、光導波路 103 の外形をエッチングする際に、同時に形成できる。このため、二次元形状加工を用いても、三次元形状のレンズと同様の機能を実現できるので、安価かつ大量生産ができる。

【0078】このように、実施の形態 1 ないし 2 の効果に加えて、集光用切り欠き 999 とマイクロレンズ 205 を組み合わせて集光することで、三次元形状のレンズと同様に、光導波路の伝搬光を集光して微小開口に導くことができる。このため、二次元形状加工を用いても、三次元形状のレンズと同様の機能を実現できるので、安価かつ大量生産ができる。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る第 1 の光情報記録再生装置によれば、近視野光を用いることで超高密度な情報記録・再生が可能になる。また、コア端面から微小開口までの光学系の相対位置が変動しないため、記録媒体上を浮上している際の近視野光ヘッドの姿勢変動によらず、一定光量の光束を微小開口に導くことができる。さらに、拡大した光束をマイクロレンズで集光するため、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光できる。よって、微小開口近傍で生成される近視野光の強度が安定かつ強くなり、光の利用効率を飛躍的に上げ、かつ安定化させることができる。そのため、高出力なレーザーを使う必要が無く、レーザーでの発熱を抑える事ができ、低消費電力化、装置の小型化がはかれ、再生信号の高 SN 比化、高速記録再生を実現する情報記録再生装置を提供することができる。

【0080】さらに、コア端面から離れた位置にある反射面と光導波路は一体で作成可能であるので、コア端面と反射面との位置合わせが必要なく、部品点数を減らすことができる。よって、さらなる装置の低コスト化、微小開口近傍に生成される近視野光の強度の安定性を高める事ができる光情報記録再生装置を提供することができる。

【0081】以上説明したように本発明に係る第 2 の光情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の情報記録再生装置の効果に加え、近視野光ヘッドと集光構造を一体構造で形成できる。

【0082】また、以上説明したように本発明に係る第 3 の光情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の光情報記録再生装置の効果に加え、光導波路と集光構造を一体構造で形成できる。これにより、更なる装置の小型化、部品点数の削減、組立て調整時間の短縮化、低コスト化が可能となる。

【0083】また、以上説明したように本発明に係る第

4 の光情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 から第 3 の光情報記録再生装置の効果に加え、光導波路が近視野光ヘッドを弾性支持し、光導波路に設けた両端支持梁構造をバネとして作用させ、微小開口と記録媒体との距離を一定に保つ機能を持たせることができるので、更なる部品点数の削減ができ、低コスト化できる。

【0084】また、以上説明したように本発明に係る第 5 の光情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 4 の光情報記録再生装置の効果に加え、光導波路が光伝搬機能と微小開口と記録媒体との距離を一定に保つ機能を互いに損なうことなく形成できるため、更なる部品点数の削減ができ、低コスト化できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る光情報記録再生装置の構成について説明した図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係る光情報記録再生装置の近視野光ヘッドおよび光導波路について説明した図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係る光導波路の作製方法について説明した図である。

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係る光情報記録再生装置の近視野光ヘッドおよび光導波路について説明した図である。

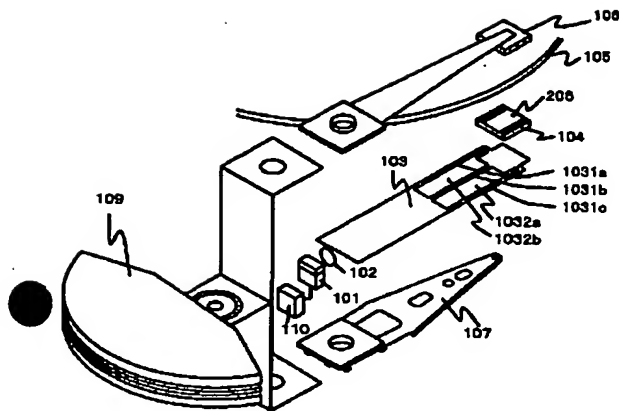
【図 5】本発明の実施の形態 3 に係る光情報記録再生装置の光導波路について説明した図である。

【図 6】本発明の実施の形態 3 に係る光情報記録再生装置の光導波路について説明した図である。

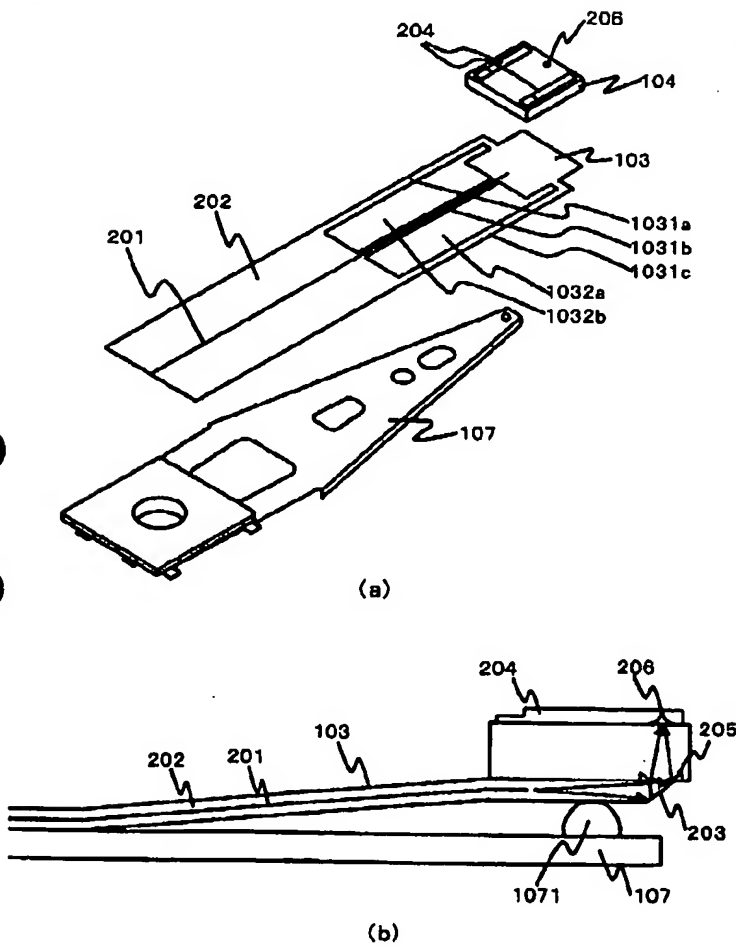
【符号の説明】

- 101 レーザー
- 102 レンズ
- 103 光導波路
- 104 近視野光ヘッド
- 105 記録媒体
- 106 受光ヘッド
- 107 サスペンションアーム
- 108 フレキシャ
- 109 ボイスコイルモーター
- 110 回路系
- 201 コア
- 202 クラッド
- 203 反射面
- 204 エアーベアリングサーフェス
- 205 マイクロレンズ
- 206 微小開口
- 999 集光用切り欠き
- 1031 両端支持梁構造
- 1032 切り欠き
- 1071 ディンプル
- 2011 コア端

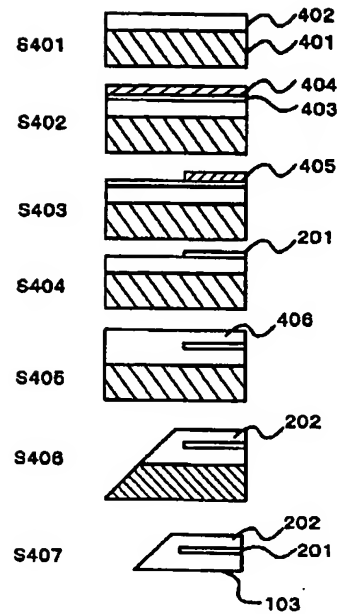
【図1】



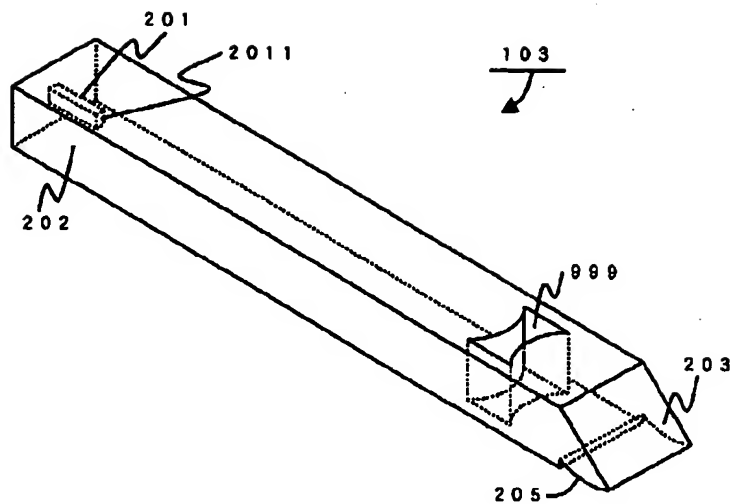
【図2】



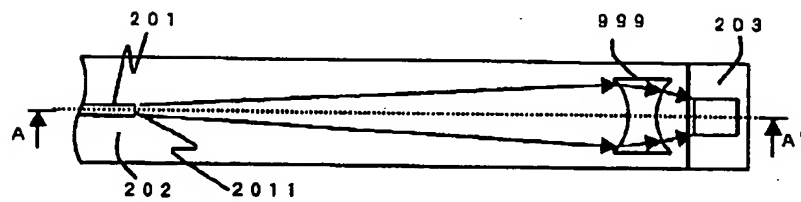
【図3】



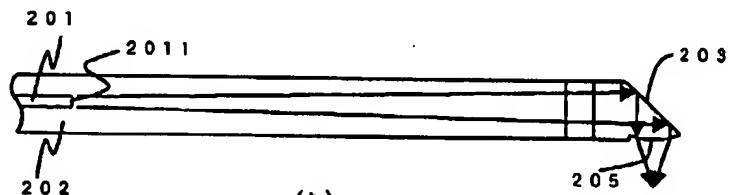
【図5】



【図6】



(a)



(b)

フロントページの続き

(71)出願人 500315312  
保坂 寛  
千葉県松戸市松戸159-1-2-302  
(71)出願人 500235179  
板生 清  
神奈川県鎌倉市浄明寺6-6-8  
(72)発明者 篠原 陽子  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内

(72)発明者 光岡 靖幸  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内  
(72)発明者 大海 学  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内  
(72)発明者 笠間 宣行  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内

(72)発明者 前田 英孝  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内  
(72)発明者 加藤 健二  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内  
(72)発明者 市原 進  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内  
(72)発明者 新輪 隆  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコーインスツルメンツ株式会社内

(72)発明者 大久保 俊文  
東京都杉並区阿佐谷北2-10-2  
(72)発明者 廣田 輝直  
東京都練馬区下石神井3-19-5 (栗林  
方)  
(72)発明者 保坂 寛  
千葉県松戸市松戸159-1-2-302  
(72)発明者 板生 清  
神奈川県鎌倉市浄明寺6-6-8  
Fターム(参考) 2H047 KA04 LA14 RA04 TA31  
5D119 AA01 AA22 AA37 AA43 JA36

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**